



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 199 31 891 A 1

21 Aktenzeichen: 199 31 891.3  
22 Anmeldetag: 8. 7. 1999  
43 Offenlegungstag: 18. 1. 2001

DE 199 31 891 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

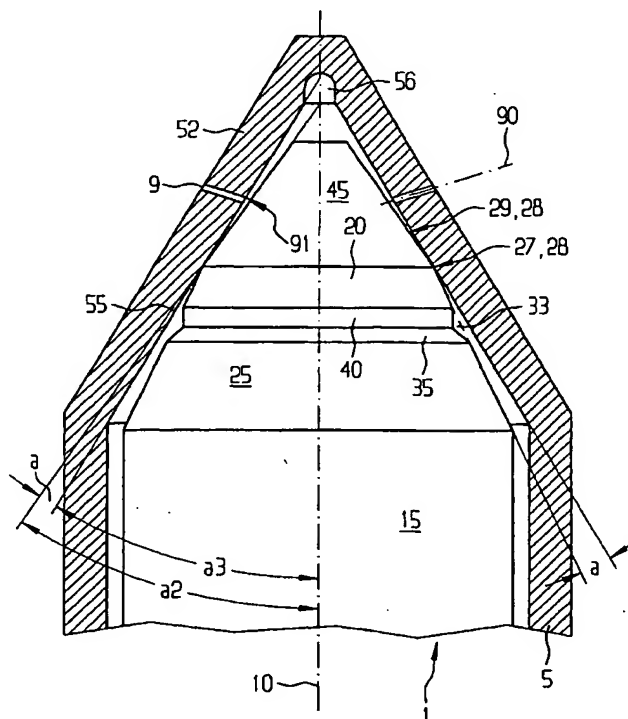
72 Erfinder:  
Klügl, Wendelin, 92358 Seubersdorf, DE; Lewentz,  
Günter, 93055 Regensburg, DE; Yalcin, Hakan,  
93059 Regensburg, DE; Kull, Eberhard, 85276  
Pfaffenhofen, DE; Fath, Andreas, Dr., 93059  
Regensburg, DE; Frank, Wilhelm, 96049 Bamberg,  
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffeinspritzventil für eine Brennkraftmaschine

57 Zwischen der kegelstumpfförmigen Nadelspitze (45) und dem zylindrischen Nadelschaft (15) einer Düsen-nadel (1) eines Kraftstoffeinspritzventils liegt ein kegelstumpfförmiger Nadelabschnitt (20, 25), in den eine umlaufende Nut (33) eingebracht ist, durch die die Dämpfung bei der axialen Bewegung der Düsen-nadel (1) abhängig von der Position der Nut (33) einstellbar ist.



DE 199 31 891 A 1

Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Einspritzanlagen wird Kraftstoff unter hohem Druck über ein Kraftstoffeinspritzventil in den Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt.

Aus WO 96/19661 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, das einen Düsenkörper mit einer zentralen Führungsbohrung aufweist, in der eine Düsennadel geführt ist. Durch die axiale Bewegung der Düsennadel öffnet das Ventil, das von der Dichtkante der Düsennadel und dem konischen Ventilsitz an der Düsen Spitze des Düsenkörpers gebildet wird. Das Ventil steuert somit den Kraftstoffzufluß zu den Einspritzlöchern, die in die Düsen Spitze eingebracht sind. Unterhalb der Dichtkante der Düsennadel ist ein Absatz in Form einer umlaufenden Nut eingebracht, um die durch Verschleiß bedingte Veränderung des Ventilsitzdurchmessers zu verhindern.

Beim Schließen des Ventils schlägt die Dichtkante der Düsennadel heftig auf den konischen Ventilsitz auf, wodurch eine starke mechanische Beanspruchung des Düsenkörpers hervorgerufen wird, die zu einer verringerten Lebensdauer des Düsenkörpers führen kann.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die beim Schließen des Ventils auftretende mechanische Beanspruchung des Düsenkörpers zu verringern.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs gelöst.

Vorteilhafte Ausformungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

In der Erfindung weist die Düsennadel zwischen ihrer kegelstumpfförmigen Düsennadelspitze und ihrem zylindrischen Nadelschaft einen kegelstumpfförmig ausgebildeten Körperabschnitt auf, der an seinem Übergang zur Düsennadelspitze eine Dichtkante aufweist, die zusammen mit dem konischen Ventilsitz der Düsen Spitze eines Düsenkörpers ein Ventil bildet. Der konische Ventilsitz schließt mit dem kegelstumpfförmigen Körperabschnitt der Düsennadel einen Winkel ein, dessen Schenkel an der Dichtkante zusammenreffen und der einen kleinen Winkel im Bereich von wenigen Grad einschließt. Beim Schließen des Ventils, d. h. beim Auftreffen der Dichtkante auf den konischen Ventilsitz, wird der Kraftstoff im Spalt zwischen dem Körperabschnitt der Düsennadel und dem konischen Ventilsitz herausgepreßt, wodurch der Schließvorgang gedämpft wird.

Der umlaufende Spalt zwischen dem Ventilsitz und dem Körperabschnitt wird durch eine Ausnehmung in der Düsennadel oder in dem Düsenkörper teilweise vergrößert, wodurch die Dämpfungswirkung des Schließvorgangs eingestellt werden kann. Die Ausnehmung ist als umlaufende Nut in der Düsennadel oder im Düsenkörper ausgebildet. Abhängig von der Position der Ausnehmung, d. h. von der axialen Position der Ausnehmung und der Größe der Ausnehmung ist die Dämpfungswirkung einstellbar.

In einer Ausführungsform ist die umlaufende Nut direkt an der Dichtkante der Düsennadel angebracht, wodurch zusätzlich zur Dämpfungswirkung bei Abnutzung der Düsennadel an der Dichtkante sich der Ventilsitzdurchmesser nicht oder nur unwesentlich ändert.

In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der umlaufenden Nut und der Dichtkante ein kegelstumpfförmiger Körperabschnitt der Düsennadel angeordnet, wodurch die Dämpfungswirkung abhängig von der axialen Länge dieses Körperabschnittes einstellbar ist.

In einer weiteren Ausführungsform weist die umlaufende Nut einen ersten und einen zweiten Nutabschnitt auf, der in Richtung der Dichtkante bzw. der Schaftbohrung angeord-

net ist, wobei der erste Nutabschnitt zylindrisch ausgebildet ist. Dies ermöglicht eine einfache Fertigung der Nut innerhalb des betreffenden Körperabschnitts der Düsennadel. Zusätzlich ist bei einer Anordnung des zylindrischen zweiten Nutabschnitts direkt an der Dichtkante die Auswirkung des Verschleißes auf dem Ventilsitzdurchmesser gering.

Weiterhin ist die Ausnehmung als umlaufende Nut in die Innenwand des Ventilsitzes des Düsenkörpers eingebracht.

In einer weiteren Ausführungsform ist in die kegelstumpfförmige Düsennadelspitze eine weitere umlaufende Nut eingebracht, die zur radialen Führung der Düsennadel beim Öffnen und Schließen des Ventils dient.

Der Düsenkörper ist vorteilhaft in Form einer Sitzlochdüse ausgebildet, deren Einspritzlöcher im Bereich des konischen Ventilsitzes liegen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Beschreibung der Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Düsenkörper eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Düsennadel,

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Düsenkörpers und der Düsennadel,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Teils des Düsenkörpers eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Düsennadel,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Düsenkörpers und der Düsennadel,

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Düsenkörpers und der Düsennadel.

Fig. 1 zeigt als Stand der Technik einen Längsschnitt durch ein Kraftstoffeinspritzventil mit im wesentlichen rotationssymmetrischen Düsenkörper 5, in dessen zentraler Führungsbohrung 54 eine rotationssymmetrische Düsennadel 1 axial geführt ist. Ausgehend von der Öffnung der Führungsbohrung 54 in der Stirnfläche 58 des Düsenkörpers 5 geht die Führungsbohrung 54 in eine sich radial erweiternde und daraufhin sich wieder verengende Druckkammer 51, eine Schaftbohrung 57 und einen sich konisch verjüngenden Ventilsitz 55 mit einem Ventilsitzwinkel  $\alpha_3$  über, der in einem Sack 56 endet. Ein Zulaufkanal 59 ist seitlich zur Führungsbohrung 54 angeordnet und mündet seitlich in die Druckkammer 51. In die Spitze des Düsenkörpers im Bereich des Ventilsitzes 55 ist mindestens ein Einspritzloch 9 eingebracht.

Die Düsennadel 1 ist axial unterteilt in verschiedene zylindrische oder kegelstumpfförmige Körperabschnitte, deren Durchmesser sich ausgehend von der Rückseite 11 der Düsennadel 1 in Richtung der abgeflachten Nadelspitze 45 verringern. Die Düsennadel 1 ist ausgehend von ihrer Rückseite 11 in Richtung ihrer Düsennadelspitze unterteilt in

- einen zylindrischen Führungsschaft 12, der in der Führungsbohrung 54 geführt ist und annähernd den Durchmesser der Führungsbohrung 54 aufweist,
- eine kegelstumpfförmige Druckschulter 13 in Höhe der Druckkammer 51,
- einen zylindrischen Nadelschaft 15 in Höhe der Schaftbohrung 57 des Düsenkörpers 5, wobei der Nadelschaft 15 in einer anderen Ausführungsform zumindest in einem Teil seiner Länge einen nicht-zylindrischen Querschnitt aufweisen kann, z. B. in Form eines gleichmäßigen Vielecks,
- einen kegelstumpfförmigen Nadelabschnitt 20, 25 mit einem ersten Kegelstumpfwinkel  $\alpha_1$  und
- die ihrer Spitze abgeflachte, kegelstumpfförmige Nadelspitze 45 mit einem zweiten Kegelstumpfwinkel  $\alpha_2$ , der größer als der erste Kegelstumpfwinkel  $\alpha_1$  ist.

Der Übergang zwischen dem Nadelabschnitt 20, 25 und der Nadelspitze 45 bildet eine umlaufende Kante 27, im folgenden Dichtkante 27 genannt, die zusammen mit dem konischen Ventilsitz 55 ein Ventil 27, 55 bildet, das abhängig von der axialen Position der Düsen-nadel 1 in dem Düsenkörper 5 den Kraftstoffzufluß zu den Einspritzlöchern 9 steuert, die unterhalb der Dichtkante 27 in Richtung der Nadelspitze 45 angeordnet sind.

Das Kraftstoffeinspritzventils funktioniert wie folgt: Die Düsen-nadel 1 wird an ihrer Rückseite 11 von einer Kraftbeaufschlagung, die in Richtung der Nadelspitze 45 gerichtet ist. Die Kraft kann direkt von einem Aktor, z. B. einem piezoelektrischen oder elektromagnetischen Aktor oder indirekt über ein hydraulisches Servoventil auf die Rückseite 11 der Düsen-nadel 1 übertragen werden. Über den Zulaufkanal 59, die Druckkammer 51 und die Schaftbohrung 57 fließt Kraftstoff, der abhängig von der Ventilstellung des Ventils 27, 55 durch die Einspritzlöcher 9 in die Brennkammer einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Abhängig von der axialen Position der Düsen-nadel 1 wird der Kraftstoffzufluß zu den Einspritzlöchern 9 gesteuert. Die Bewegung der Düsen-nadel 1 und damit deren Position hängt im wesentlichen ab von dem Kraftstoffdruck in der Druckkammer 51 und der auf die Rückseite 11 der Düsen-nadel 1 wirkenden Kraft.

Beim Schließvorgang des Ventils 27, 55, d. h. bei der Bewegung der Düsen-nadel 1 axial in Richtung der Spitze des Düsenkörpers 5, schlägt die Dichtkante 27 auf den konischen Ventilsitz 55 auf, wodurch der Ventilsitz 55 verschleißt (Sitzverschleiß). Der Sitzverschleiß ist abhängig von der Stärke des Auftreffens der Dichtkante 27 auf den Ventilsitz 55 und der Ausformung des Dichtbereichs 28, der von der Dichtkante 27, dem Abschnitt der Düsen-spitze 45 nahe der Dichtkante 27 und dem Ventilsitz 55 gebildet wird. Beim Auftreffen der Düsen-nadel 1 auf den Ventilsitz 55 verformt sich der Düsenkörper 5 elastisch, so daß der dynamische Dichtbereich 28 entsteht, der zur gleichmäßigen, flächigen Verteilung der beim Auftreffen entstehenden dynamischen Kraft auf dem Ventilsitz 55 dient, wodurch sich eine geringere Flächenbelastung im Material ergibt.

Die Winkeldifferenz  $\alpha$  (s. Fig. 2) zwischen dem den Ventilsitzwinkel  $\alpha_3$  und dem zweiten Kegelstumpfwinkel  $\alpha_2$  ist klein, sie liegt maximal bei einigen Grad und vorzugsweise im Bereich zwischen  $0,15$  und  $5^\circ$ . Durch die geringe Winkeldifferenz  $\alpha$  wird kurz vor Auftreffen der Dichtkante 27 auf den Ventilsitz 55 der Kraftstoff aus dem Nadelabschnitt 20, 25 und dem Ventilsitz 55 gepreßt, was zu einer Dämpfung des Schließbewegung führt, wodurch sich die Auftreffkraft der Dichtkante 27 auf den Ventilsitz 55 und somit der Verschleiß verringert.

In den Fig. 2 bis 5 sind verschiedene Ausführungsbeispiele von dem Teil des Kraftstoffeinspritzventils aus Fig. 1, der sich von der Schaftbohrung 57 bis zur Spitze des Düsenkörpers 5 erstreckt, mit unterschiedlichen Ausführungsformen der Düsen-nadel 1 und des Düsenkörpers 5 dargestellt. Funktionell gleiche Körperabschnitten wurden mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Im Unterschied zu Fig. 1 ist in Fig. 2 eine umlaufende Nut 33 in den Nadelabschnitt 20, 25 eingebracht, der dadurch in einen ersten und einen zweiten Nadelabschnitt 20, 25 in Richtung der Dichtkante 27 bzw. des Nadelschafts 15 unterteilt wird. Die in Fig. 1 erwähnte Dämpfung der Schließbewegung ist durch die Nut 33 einstellbar und dadurch an kundenspezifische Anforderungen anpaßbar. Die Dämpfung ist abhängig von

- der Winkeldifferenz  $\alpha$ ,
- der axialen Position der Nut 33 in dem Nadelabschnitt 20, 25,

- dem Volumen, den der Kraftstoff in der Nut 33 einnimmt,
- dem maximalen Abstand zwischen der Wandung der Nut 33 und der Fläche des Ventilsitzes 55 und
- der Form der Nut.

Während der Schließbewegung wird durch die geringe Winkeldifferenz  $\alpha$  kurz vor Auftreffen der Dichtkante 27 auf den Ventilsitz 55 der Kraftstoff aus Dämpfungsspalt zwischen dem Nadelabschnitt 20, 25 und dem Ventilsitz 55 gepreßt, wobei zusätzlich durch die Ausbildung der Nut 33 in dem Dämpfungsspalt Druckwellen und Resonanzen auftreten, die die abhängig von

- der Winkeldifferenz  $\alpha$ ,
- der Schließgeschwindigkeit der Düsen-nadel 1,
- dem Kraftstoffdruck,
- der axialen Position der Nut 33 in dem Nadelabschnitt 20, 25,
- dem Volumen, den der Kraftstoff in der Nut 33 einnimmt,
- dem maximalen Abstand zwischen der Wandung der Nut 33 und der Fläche des Ventilsitzes 55 und
- der Form der Nut 33

vorteilhaft zu einer überproportionalen Verstärkung oder Abschwächung der Dämpfung der Schließbewegung führen.

Im Unterschied zu Fig. 2 ist in Fig. 3 die umlaufende Nut 33 direkt an der Dichtkante 27 in den Nadelabschnitt 20 eingebracht, wodurch sich bei Auftreten von Verschleiß der Ventilsitzdurchmesser abhängig von der Form der Nut 33 nur geringfügig oder gar nicht ändert.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Nut 33 direkt an dem Übergang zum Nadelschaft 15 in den Nadelabschnitt 25 eingebracht, wodurch sich die effektive axiale Länge des Nadelabschnitts 25 und somit des Dämpfungsspaltes verkürzt und so die Dämpfung definiert einstellbar ist.

Weiterhin bewirkt das in den vorherigen Figuren beschriebene Einbringen einer Nut 33 in den Nadelabschnitt 20, 25 der Düsen-nadel 1 eine radiale Stabilisierung der Düsen-nadel 1, da sich in der Nut 33 der Kraftstoff schnell und gleichmäßig verteilt und eine radiale Stabilisierungskraft auf die Düsen-nadel 1 erzeugt.

Die in den vorherigen Figuren beschriebene Nut 33 ist vorzugsweise unterteilt in einen ersten, kegelstumpfförmigen Nutabschnitt 35 und einen zweiten, zylindrischen Nutabschnitt 40, der in Richtung der Nadelspitze 45 bzw. des Nadelschafts 15 angeordnet ist. Ist die Nut 33 mit seinem zweiten, zylindrischen Nutabschnitt 40 direkt unterhalb der Dichtkante 27 angeordnet (s. Fig. 3), so ergibt sich vorteilhaft ein vom Verschleiß unabhängiger Ventilsitzdurchmesser.

Im Unterschied zu Fig. 2 ist in Fig. 4 in die kegelstumpfförmige Nadelspitze 30, 45 eine weitere umlaufende Nut 43 eingebracht, die die Nadelspitze in einen ersten und einen zweiten Körperabschnitt 30, 45 unterteilt.

Die Achsen 90 der Einspritzlöcher 9 münden bei geschlossenem Ventil 27, 55 und vorzugsweise auch bei vollständig geöffnetem Ventil 27, 55 mit maximaler Auslenkung der Düsen-nadel 1 in die weitere Nut 43.

Vorzugsweise ist die in Richtung der Düsen-spitze 45 gelegene Kante 91 der auf der Innenseite des Düsenkörpers 5 gelegenen Öffnung des Einspritzlochs 9 in Höhe des zweiten Nutabschnitts 40 angeordnet, wenn die Düsen-nadel 1 in ihrer Schließposition ist, vorzugsweise auch dann, wenn die Düsen-nadel 1 maximal ausgelenkt ist.

Während des Öffnens der Düsennadel 1 findet an der weiteren Nut 43 der Düsennadel 1 ein Druckausgleich statt, wobei durch den Kraftstoffdruck und den Kraftstofffluß auf die Düsennadel 1 eine radial zur ihrer Längsachse 10 gerichtete Kraft ausgeübt wird, die einer radialen Abweichung der Düsennadel 1 entgegenwirkt, wodurch die Düsennadel 1 radial stabilisiert und mittig zentriert wird.

Durch Einbringen von zwei umlaufenden Nuten 33, 43 in die Düsennadel 1 ergeben sich verstärkende Kombinationseffekte bezüglich des radialen Stabilisierens der Düsennadel 1 während des Öffnens und des Schließens der Düsennadel 1.

Im Unterschied zu Fig. 1 ist in Fig. 5 in Höhe des Nadelabschnitts 20, 25 eine umlaufende Wandnut 34 eingebracht, die die gleiche Funktionalität wie die Nut 33 in den vorherigen Figuren beschreiben aufweist. Abhängig von den eingesetzten Fertigungsverfahren können sich so die Fertigungskosten reduzieren.

Der in den vorherigen Figuren beschriebenen Ausführungsbeispielen bevorzugte maximale Abstand zwischen der Wandung der Nut 33 und der Innenwandung des Düsenkörpers 5 bzw. der Wandung der Wandnut 34 und dem Nadelabschnitt 20, 25 liegt im Bereich von 0,01 bis 0,1 mm.

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil mit einer Düsennadel (1), die in einer zentralen Führungsbohrung eines Düsenkörpers (5) geführt ist und einen umlaufenden Dichtbereich (27, 28, 29) aufweist, der eine Dichtkante (27) aufweist, die zusammen mit dem Ventilsitz (55) des Düsenkörpers (5) ein Ventil (27, 55) bildet, das abhängig von der Position der Düsennadel (1) geöffnet oder geschlossen ist und den Kraftstoffzulauf zu mindestens einem Einspritzloch (9) in der Düsenspitze (52) des Düsenkörpers (5) steuert, **dadurch gekennzeichnet**, daß
  - daß der Spalt zwischen der Innenwand des Düsenkörpers (5) und der Düsennadel (1) durch eine Ausnehmung (33, 34) vergrößert ist, die den Düsenkörper (5) und/oder die Düsennadel (1) eingebracht ist und axial in Höhe zwischen der Dichtkante (27) und dem Nadelschaft (15) der Düsennadel (1) angeordnet ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung (33) als umlaufende Nut (33) in der Düsennadel (1) ausgebildet ist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die umlaufende Nut (33) unmittelbar an die Dichtkante (27) anschließt.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Düsennadel (1) zwischen der umlaufenden Nut (33) und der Dichtkante (27) einen ersten Nadelabschnitt (20) aufweist, der kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Düsennadel (1) zwischen der umlaufenden Nut (33) und der Schaftbohrung (15) einen zweiten Nadelabschnitt (25) aufweist, der kegelstumpfförmig ausgebildet ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die umlaufende Nut (33) einen ersten (35) und einen zweiten Nutabschnitt (40) aufweist, der in Richtung der Dichtkante (27) bzw. der Schaftbohrung (15) angeordnet ist,
  - daß der erste Nutabschnitt (40) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Ausnehmung (34) als weitere umlaufende Nut (34) in der Innenwand der Düsennadel (1) ausgebildet ist.
8. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Düsennadel (1) zwischen ihrer Nadelspitze (1) und der Dichtkante (27) eine umlaufende Führungsnut (43) aufweist.
9. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkörper (5) als Sitzlochdüse ausgebildet ist, dessen Einspritzlöcher (9) im Bereich des konischen Ventilsitzes (55) liegen.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG 1

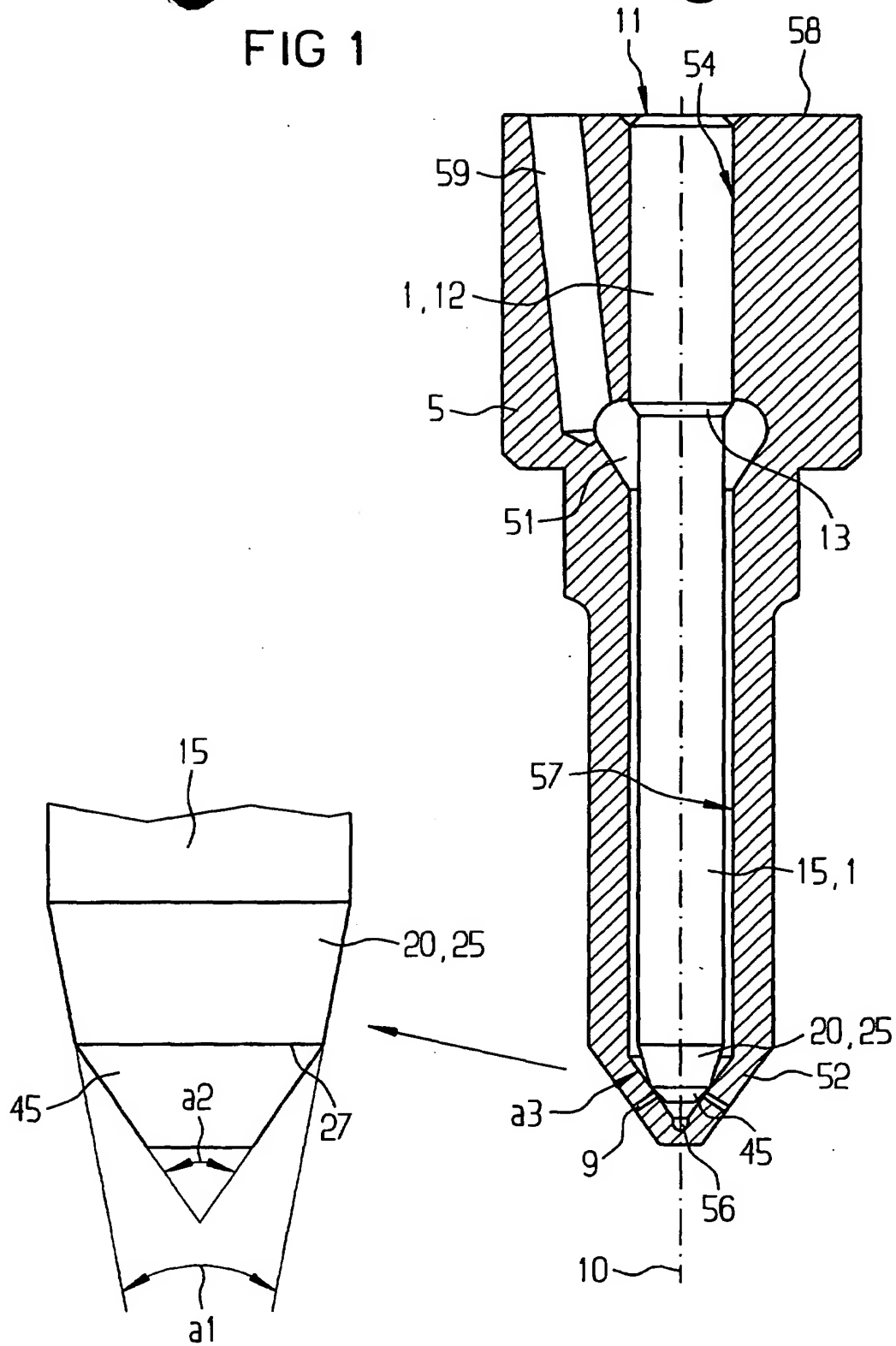


FIG 2

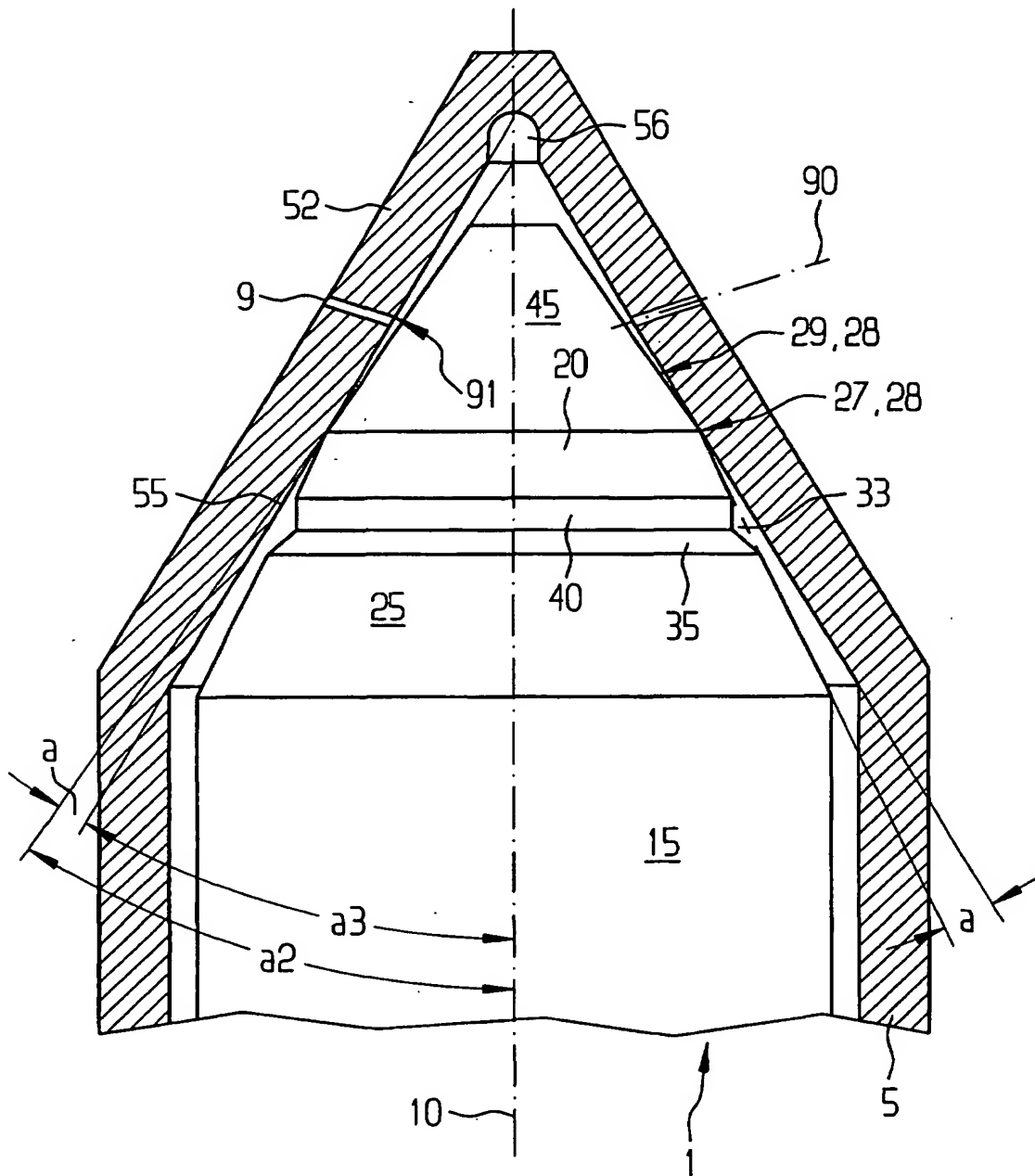
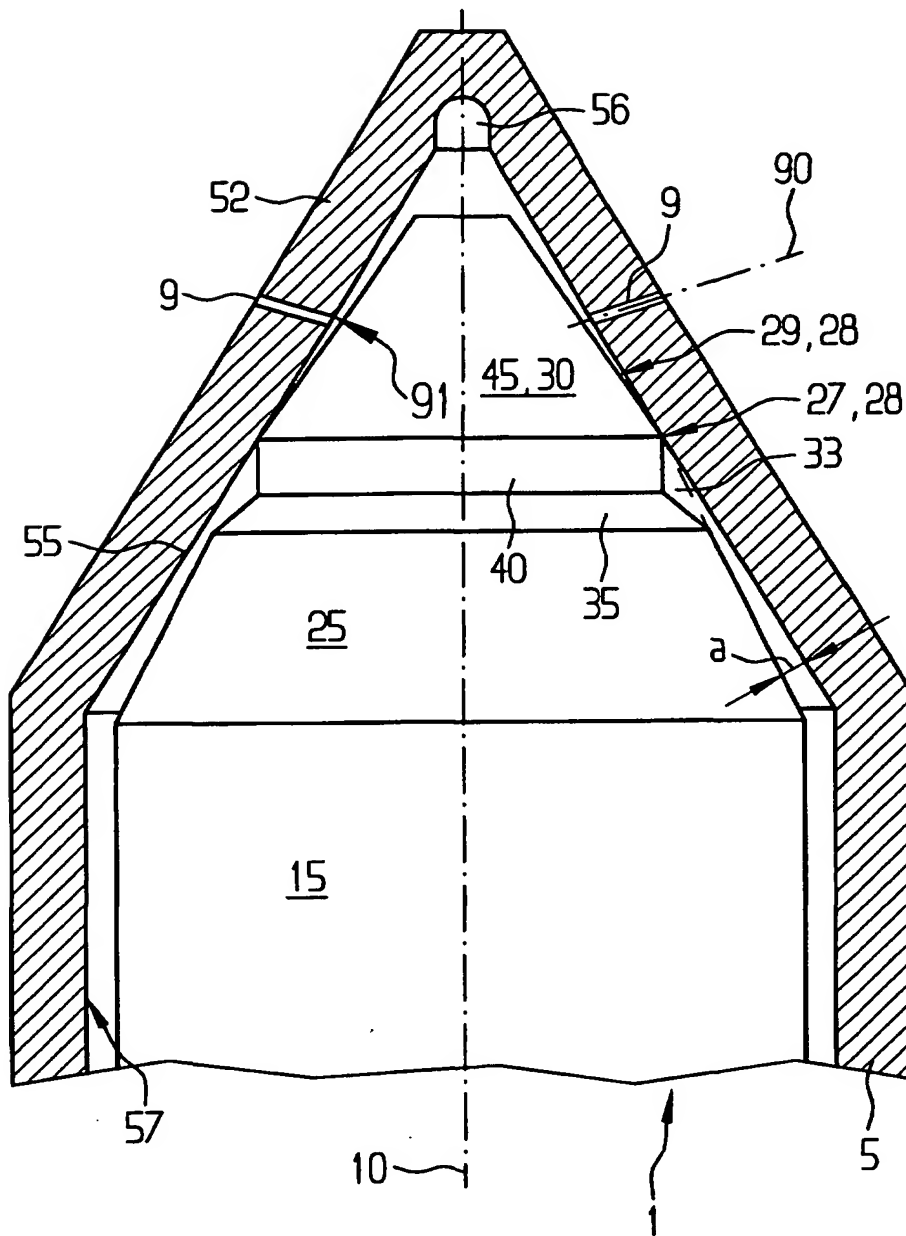


FIG 3





[illegible]



(54) **FUEL INJECTION VALVE FOR A COMBUSTION ENGINE**

(75) Inventors: **Andreas Fath**, Regensburg (DE);  
**Wilhelm Frank**, Bamberg (DE);  
**Wendelin Klügl**, Seubersdorf (DE);  
**Eberhard Kull**, Pfaffenhofen (DE);  
**Günter Lewentz**, Regensburg (DE);  
**Hakan Yalcin**, Regensburg (DE)

(73) Assignee: **Siemens Aktiengesellschaft**, Munich (DE)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **09/610,520**

(22) Filed: **Jul. 6, 2000**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 8, 1999 (DE) ..... 199 31 891

(51) Int. Cl.<sup>7</sup> ..... **F02M 39/00**

(52) U.S. Cl. .... **239/533.3; 239/533.12; 239/584**

(58) Field of Search ..... **239/533.1, 533.2, 239/533.3, 533.8, 533.9, 533.12, 583, 584; 251/50, 333**

(56)

**References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

1,952,816 A \* 3/1934 Mock ..... 239/533.2  
4,153,205 A \* 5/1979 Parrish, Jr. .... 239/533.12  
4,470,548 A \* 9/1984 Ushimura ..... 239/533.3  
4,974,565 A \* 12/1990 Hashimoto et al. . 239/533.12 X  
5,163,621 A \* 11/1992 Kato et al. .... 239/533.12  
5,580,000 A \* 12/1996 Kiuchi et al. .... 239/533.12  
5,890,660 A \* 4/1999 Stevens ..... 239/533.3  
6,047,905 A \* 4/2000 Honda et al. .... 239/533.2

**OTHER PUBLICATIONS**

Published International Application No. 96/19661, dated Jun. 27, 1996.

\* cited by examiner

Primary Examiner—Steven J. Gancy

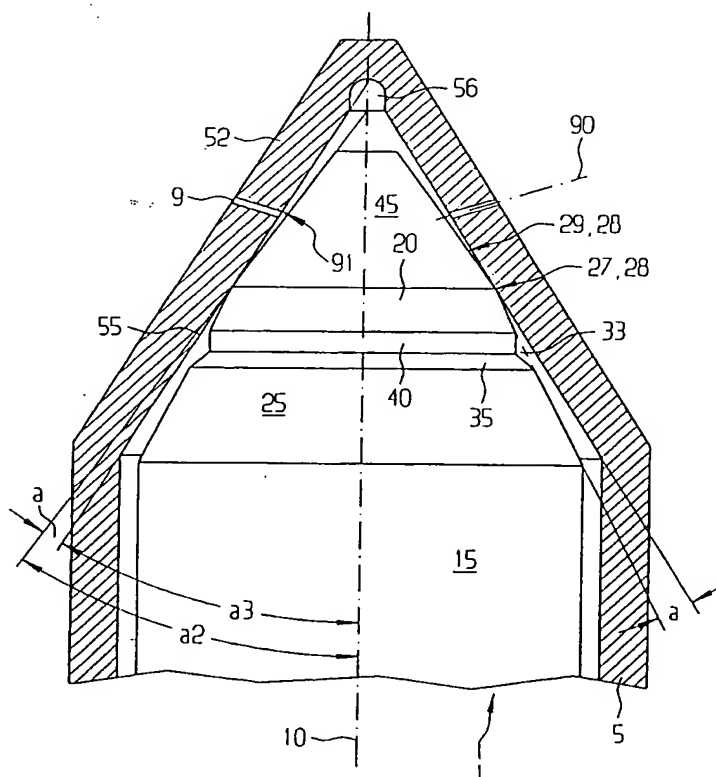
(74) Attorney, Agent, or Firm—Laurence A. Greenberg; Werner H. Stemer; Ralph E. Locher

(57)

**ABSTRACT**

Located between the frustoconical needle tip and the cylindrical needle shank of a nozzle needle of a fuel injection valve is a frustoconical needle portion, into which is introduced a peripheral groove. Through this kind of arrangement damping is capable of being set, depending on the position of the groove, during the axial movement of the nozzle needle.

**9 Claims, 5 Drawing Sheets**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**